

**VŠB-Technická univerzita Ostrava
Hornicko-geologická fakulta
Institut úpravy surovin a recyklace**

**Pryžové odpady a možnosti jejich využití
(Rubber Wastes and its possible recovery)**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Vedoucí bakalářské práce:
Datum zadání:
Datum odevzdání:**

**Ing.Dagmar Čechová,Ph.D.
31.10.2008
30.04.2009**

2009

Libor Kohutiak

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student:

Libor Kohutiak

Studijní program:

B2102 Nerostné suroviny

Studijní obor:

2102R013 Úprava surovin a recyklace

Téma:

Pryžové odpady a možnosti jejich využití
Rubber wastes and its possible recovery

Zásady pro vypracování:

- 1.Úvod do problematiky
- 2.Vznik pryžových odpadů
- 3.Technologie zpracování
- 4.Možnosti využití
- 5.Závěr

Rozsah grafických prací:5-10 příloh

Rozsah průvodní zprávy:25-30 stran textu

Seznam doporučené odborné literatury:

Dle pokynů vedoucího bakalářské práce

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing.Dagmar Čechová,Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2008

Datum odevzdání: 30.04.2009

prof.Ing.Pavel Prokop,CSc.
Vedoucí institutu

prof.Ing.Vladimír Slivka,CSc.
děkan fakulty

Prohlašuji:

- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití školního díla a § 60 – školní dílo;
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo závěrečnou práci nevýdělečně užít ke své vnitřní potřebě (§ 35 odst.3) ;
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v abstraktu, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO;
- bylo sjednáno, že užít své dílo – závěrečnou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití, mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);

V Droužkovicích

Libor Kohutiak

Boženy Němcové,198
Droužkovice 431 44

Místopřísežné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Droužkovicích

.....

podpis

Anotace:

V předložené práci je nastíněn problém, který představují pryžové odpady, jsou zde ukázány některé možnosti zpracování a recyklace. V první části jsou vysvětleny pochody, jak pryžový odpad vzniká a v čem spočívá nebezpečí tohoto odpadu, pokud není zajištěn správný sběr a jeho skladování k následné recyklaci. Z tohoto hlediska je práce zaměřena především na problém ojetých pneumatik, které tvoří převážnou část odpadu, kterému zvykneme říkat pryžový. V další části jsou pak představeny některé možnosti zpracování a technologie, které jsou aktuální nejen u nás, ale i ve světě. Jedná se o přehled některých možností, které jsou odrazem současného stavu. V poslední části se pak pojednává o možnostech využití recyklované pryže v praxi.

Klíčová slova: pryž, kaučuk, recyklace pryže, ojeté pneumatiky, granulát

Obsah:

1. Úvod	7
2. Vznik pryžových odpadů	9
2.1 Charakteristika pryžového odpadu	9
2.2 Složky gumárenských směsí	10
2.3 Vulkanizace	12
3. Technologické zpracování	14
3.1 Regenerace pryže	14
3.2 Pyrolytické zpracování pneumatik	15
3.3 Energetické zhodnocení pryže	16
3.4 Protektorování	19
3.5 Mechanické zpracování	24
4. Možnosti využití	29
4.1 Ochrana proti hluku a vibracím	29
4.2 Využití recyklované pryže jako bezpečnostní protipádové povrchy	32
4.3 Využití granulátu ve stavebnictví	33
4.4 Využití granulátu jako sorbentu	33
5. Závěr	35

6. Seznam použitých zdrojů.....36

1.Úvod

V dnešní moderní a uspěchané době,kdy automobil patří ve vyspělých zemích neodmyslitelně téměř do každé domácnosti(a v mnoha z nich je to často více než jen jeden vůz)je nasnadě,zabývat se nedílnými součástmi každého automobilu-tedy pneumatikami.Ojeté pneumatiky totiž tvoří převážnou část odpadu,který spadá do kategorie pryžový.

Právě o tomto odpadu,o možnostech jeho recyklace a jiných využití pojednává tato práce.S rostoucím rozvojem automobilizmu roste geometrickou řadou množství ojetých pneumatik a problém „co s nimi“se přes mnohé pokusy a snahy odborníků různých profesí stává stále akutnější. Pryžový odpad se dnes již zcela jistě stal celosvětovým problémem. Pryžový odpad a opotřebované pneumatiky jsou neustále obšírně diskutovaným problémem pro svoji objemnost a tím špatnou skládkovatelnost,technicky náročnou recyklovatelnost a biologickou nedegradovatelnost.

Pryžový odpad je veden v zeleném seznamu odpadů OECD pod kódem GK010 Odpady pryže (odpady, úlomky a odřezky pryže, včetně granulátu), v zeleném seznamu odpadů OECD pod kódem GK020 a GK030 Odpady pryže (použité pneumatiky, odpad a úlomky tvrdé pryže, např. ebonit).

Ekologické nebezpečí těchto odpadů spočívá v jejich hořlavosti, kdy vznikají toxické plyny a dým, obsahu toxických látek (sloučeniny baria, olova, antimonu, zinku, selenu aj.) a jak již bylo uvedeno, pomalé biodegradaci. Pryžový odpad a z něj především staré pneumatiky svým hromadným i rozptýleným výskytem narušuje estetický ráz krajiny.(viz obr.1)

S rostoucím počtem automobilů na silnicích roste i množství vyřazených opotřebovaných pneumatik. V zemích EU přesáhlo toto množství hranici 2 milionů tun za rok a v USA dokonce hranici 3 milionů tun za rok. Automobilisté ČR vyprodukují každoročně až 70 000 tun opotřebovaných pneumatik.V posledních letech je patrný trend v poklesu skládkování pneumatik a vyšší využívání recyklačních technologií, drtě ve stavebních hmotách a v energetice. Opotřebované pneumatiky obsahují průměrně 45 až 48 % elastomeru (přírodní a syntetický kaučuk), 22 % sazí, 15 až 25 % oceli, 0 až 5 % textilu, 1 až 1,2 % ZnO, 1 % S, 0 až 0,2 % Se + Te a 6 až 8 % ostatních chemikálií (urychlovače,

aktivátory, plniva, pigmenty, změkčovadla, antioxidanty aj. Největší podíl z produkce pryžového odpadu v ČR tvoří opotřebované pneumatiky a jejich odřezky (61 %) a odpad pryže (39 %).

(3)(17)



Obr.1 Estetické narušení krajiny

2. Vznik pryžových odpadů

Pryžové odpady vznikají při výrobě, zpracovávání nebo používání pryžových surovin, polotovarů a výrobků. V současné době je největším producentem pryžových odpadů automobilový průmysl, který je zdrojem ojetých pneumatik, tedy takových, které již nelze regenerovat protektorováním. Rovněž veškerá průmyslová odvětví používající pásové dopravníky k nejrůznějšímu transportu materiálů jsou výrazným podílníkem na vzniku těchto odpadů.

Mezi další nezanedbatelné producenty pryžových a gumových odpadů patří rovněž průmysl chemický či obuvnický. Z tohoto výčtu je patrné, že na vzniku tohoto odpadu se dnes a denně podílí miliony lidí.

2.1. Charakteristika pryžového odpadu

Pryž je polymerní materiál, který vzniká z kaučukové směsi chemickou reakcí mezi molekulami elastomeru a vulkanizačního činidla, kterým je síra.

Vulkanizací dochází k zesíťování chemické struktury výchozí kaučukové směsi. Základní surovinu směsi tvoří elastomery reprezentované různými typy syntetických a přírodních kaučuků, které převážně rozhodují o kvalitě a vlastnostech pryžových výrobků. Klasické elastomery se rozdělují na nepolární kaučuky jako jsou např. přírodní kaučuk (NR), butadién-styrénový (SBR), etylén-propylénový (EPM) a kaučuky polární jako např. butadién-akrylátový (ABR), butadiénakrylonitrilový (NBR), hydrogenovaný nitrilkaučuk (H-HNBR), chlorprénový (CR), akrylátový (ACM), fluorovaný (FM), silikonový (SI).

Optimální obsah kaučuku v gumárenských směsích pro různé typy výrobků je charakterizován tzv. kaučukovitostí a udává se v hmotnostních procentech. Kaučukovitost je vlastnost polymerů, deformovat se již při účinku poměrně malých sil, kdy tyto deformace jsou vratné. Kaučukovitost u výrobků z transparentní pryže, pryžových nití, máčeného zboží apod. bývá více než 90 %, ve směsích pro výrobu pneumatik, duší a běhounů je kaučukovitost 50 až 80 %, ve směsích pro dopravní pásy, klínové řemeny, pryžovou obuv, houbovou pryž apod. je 30 až 50 %. Velmi malou kaučukovitost (pod 30 %) mají akumulátorové skříně, hadice, podlahoviny, různá těsnění apod. Kaučukovitost pryže má významný vliv na druhotné využití pryžového odpadu. Čím je větší kaučukovitost, tím je odpad kvalitnější.

Významnou složkou gumárenských směsí jsou saze, které tvoří ve výrobcích pro všeobecné použití po elastomerech hlavní přísadu. Do směsí pro automobilové pneumatiky se saze přidávají v množství 45 až 50 dsk (1 dsk je 1 hmotnostní díl přísady na 100 hmotnostních dílů použitého kaučuku). Saze mají významný ztužující účinek v gumárenské směsi a vyrábějí se obvykle z různých typů olejů, nejčastěji ropného původu.

Hlavní druhy dalších přísad pro gumárenské směsi jsou plniva, změkčovadla a adhezni činidla. Nejčastěji se používají plniva, která ve směsích zmenšují spotřebu ropných produktů a upravují vlastnosti pryže (např. tvrdost, chemickou odolnost aj.). Vulkanizační činidla se přidávají do směsí v poměrně malém množství, přesto podstatně ovlivňují fyzikálně mechanické a chemické vlastnosti finálních výrobků. Pro všeobecně používané pryžové výrobky se do gumárenských směsí přidává jako vulkanizační činidlo síra v množství do 3 dsk.

Největším spotřebitelem elastomerní pryže je automobilový, letecký, chemický, potravinářský průmysl a zemědělství. Používá se především na výrobu pneumatik, duší, hadic, těsnění, desek, pásů, podlahových krytin, izolace vodičů, sportovních potřeb, ochranných prostředků apod.

(9)(17)(18)

2.2 Složky gumárenských směsí

Kaučuky

Kaučuk je polymerní materiál přírodního nebo syntetického původu, vyznačující se velkou pružností, tedy schopností se účinkem vnější síly výrazně deformovat a poté opět zaujmout původní tvar. Je to tedy tzv. elastomer. Kaučuky jsou základní surovinou pro výrobu pryží,

nesprávně označovaných i jako guma. Pryž vzniká z kaučuku vulkanizací, což je teplem a/nebo katalyzátory (urychlovači) podporovaná reakce vulkanizačního činidla (např. síry nebo sirných sloučenin). Ta vede ke vzniku disulfidických můstků mezi makromolekulami kaučuku a k tvorbě řídké trojrozměrné polymerní sítě. Čím déle vulkanizace probíhá, tím více můstků vzniká a tím je výsledná pryž tvrdší. Vulkanizací se obvykle zásadně zlepší vlastnosti kaučuků, např. pevnost v tahu, vratnost deformace, strukturní pevnost, odolnost k oděru, rozpustnost apod.

Přírodní kaučuk

Přírodní kaučuk se získává ze stromů kaučukovníků, zejména druhu *Hevea brasiliensis*. Evropa se poprvé dověděla o zvláštní pružné hmotě od Kryštofa Kolumba po jeho cestě do Jižní Ameriky. Kaučukovníky rostou a přibližně od r. 1900 se i uměle pěstují na plantážích v tropických pásmech Jižní Ameriky, jihovýchodní Asie i Afriky.

Po naříznutí kůry stromů vytéká bílá, mlékovitá kapalina zvaná latex, která obsahuje 30-40% koloidních částic kaučuku. Kaučuk se vysráží např. kyselinou mravenčí, vypere se vodou a suší se buď jen teplým vzduchem (bílá krepa) nebo dýmem (hnědá krepa, jinak též uzený kaučuk). Z jediného stromu lze získat 5-25 kg kaučuku. Přírodní kaučuk kryl potřeby lidstva více jak 100 let. Rozvoj automobilového průmyslu a s ním rostoucí potřeba kaučuku na výrobu pneumatik přiměl chemiky k hledání odpovídající náhrady. I když se dnes vyrábí desítky druhů různých syntetických kaučuků, přírodní kaučuk se používá stále, protože dodává směsím žádané vlastnosti. Navíc jeho cena je v současné době je poměrně příznivá. Přírodní kaučuk se před vlastní přípravou směsi zpracovává tzv. lámáním. Příliš dlouhé řetězce se při něm štěpí účinkem vzdušného kyslíku v místě dvojných vazeb. K lámání dochází při průchodu kaučuku hnětacím zařízením.

Syntetické kaučuky

Vyrábí se polymerací nebo kopolymerací některých nenasycených uhlovodíků, může mít různé složení. Mezi nejběžnější typy patří polybutadienové kaučuky, kopolymerní butadien-styrenové kaučuky, ethylen-propylenové kaučuky a isoprenové kaučuky (jejich monomerem je isopren, tedy jsou chemickou obdobou přírodního kaučuku). Mezi syntetické kaučuky patří i silikonové kaučuky, což jsou zesíťované polysiloxany, ale také

polychloropren a další halogenované kaučuky. Z kaučuků na bázi uhlovodíků se pryž vyrábí přidávkem plniv, antioxidantů, vulkanizačních činidel a následnou vulkanizací.

(5)(7)

Saze

Saze se používají jako plnivo. Dodávají pryži pevnost a tvrdost, zvyšují odolnost proti opotřebení a zahřívání. Rovněž způsobují tmavé zbarvení. Saze mají měrný povrch 120-150m²/g. U pneumatik na osobní vozy se zkouší jako náhrada sazí modifikovaný SiO₂ a organické silany.

Antioxidanty

I po vulkanizaci zůstávají v zesíťovaném polymeru ještě dvojné vazby, které jsou napadány kyslíkem a ozonem. Obsah ozonu ve vzduchu sice není velký, ale ozon je mnohem agresivnější než kyslík. Vznikají nestabilní peroxidy nebo ozonidy, které se radikálově štěpí a tak dochází k narušení struktury – ke stárnutí pryže. Tento proces výrazně zpomalují látky zvané antioxidanty a antiozonanty (dovoz ze Slovenska nebo ze západní Evropy). Nejvíce antioxidantů musí obsahovat směs používaná na bočnice pneumatiky.

Změkčovadla

Změkčovadla zvyšují plasticitu pryže a usnadňují tak mechanické zpracování. K tomuto účelu se používají různé minerální oleje.

Vulkanizační činidla

Užívá se výhradně prášková síra, která se dováží z Polska. Obsah síry ve výsledném výrobku se pohybuje mezi 1-3%. Čím více síry, tím je pryž tvrdší. Zkouší se i jiná vulkanizační činidla, např. organické peroxidy a vulkanizační pryskyřice.

(7)(8)(16)

Urychlovače vulkanizace

Jsou to látky, které zkracují dobu vulkanizace z hodin na minuty, snižují vulkanizační teplotu a zpomalují stárnutí. Tyto látky obsahují v molekule dusík a síru. Jejich účinek je

různě velký. Účinnost urychlovačů zvyšuje tzv. aktivátor, což je oxid zinečnatý (dovoz Polsko, Rakousko).

2.3.Vulkanizace

Vulkanizace je proces, kterým se zpracovávají syntetické i přírodní kaučuky.

Hnětením za tepla vzniká pryž. V místech, kde v uhlíkových řetězcích polymeru zůstaly dvojné vazby, vznikají při vulkanizaci polysulfidové můstky. Výrobek tak získává větší pružnost.

Vulkanizace probíhá pomocí dvou proti sobě se točících válců, mezi něž je vsunut kaučuk, jenž je rozdrcen a opásán kolem jednoho z válců a jsou do něj vmíchány saze, olej a síra (umožňuje vulkanizaci). Zamíchaná směs jde na páskovací válec, kde se páskuje pro použití ve stříkolisech (pro použití na těsnění a vše vyráběné na lisech). Odtud odchází na stříkolisy, kde je guma stlačena a vulkanizována. Vulkanizovanou gumu již nelze tvarovat.

Výhody vulkanizace

Hlavním důvodem, proč se kaučuk vulkanizuje je, že se podstatně vylepší jeho mechanické i fyzikálně-chemické vlastnosti. Z mechanických vlastností se zvýší pevnost v tahu, strukturní pevnost (odolnost proti dalšímu trhání), odolnost v oděru i pružnost, ale zároveň se sníží tažnost. Na rozdíl od nevulkanizovaného kaučuku, který je rozpustný v některých organických rozpouštědlech, vulkanizovaný kaučuk v nich jen bobtná. Vulkanizovaný kaučuk je také méně citlivý ke změnám teploty a zachovává si ohebnost i tuhost ve značném teplotním rozsahu.

(3)(7)(8)(16)

3. Technologie zpracování

3.1. Regenerace pryže

Ekonomická hodnota pryžového odpadu byla uznávána již před půldruhým stoletím, krátce po objevu vulkanizace kaučuku. Ten předznamenal nejen prudký rozvoj gumárenského průmyslu, ale i procesů nazývaných regenerace pryže. I když je tento pojem široce využíván, je třeba zdůraznit, že žádným z regeneračních postupů nelze získat z pryžového odpadu původní kaučuk ani jiné gumárenské suroviny.

Po chemické nebo mechanické regeneraci rozdrčeného pryžového odpadu, trvající hodiny či jen minuty při teplotách 140°C až 290°C za tlaků 0,6MPa až 7 MPa, se stará pryž stává pouze znovu zpracovatelnou a vulkanizovatelnou. Mechanické vlastnosti pryže z regenerátu jsou však horší než ze surového kaučuku. Proto se regenerát přes řadu zpracovatelských výhod používá především jako přísada do kaučukových směsí a spotřebuje se jej jen kolem 10%, počítáno na spotřebu surového kaučuku.

Při současných trendech dávajících přednost materiálové recyklaci se očekával významný rozvoj regenerace pryže. Skutečnost je však poněkud jiná, došlo ke stagnaci výroby regenerátů. Především proto, že jeho spotřeba se z technických důvodů ustálila, a také

proto, že zvětšující se důraz na kvalitu gumárenských výrobků vede k omezování používání regenerátu, především při výrobě pneumatik. A tak přes stále se zvyšující objem gumárenské výroby spotřeba regenerátů nevzrůstá.

Pro drť staré pryže byla proto navržena řada různých aplikací i mimo oblast gumárenského průmyslu, např. plnivo pro asfalt, materiál pro povrchové úpravy sportovišť apod. I tato použití však zdaleka nespotřebují zvyšující se objem odpadní pryže, pocházející především z ojetých pneumatik.

Další oblasti využití odpadní pryže se objevily po průmyslové realizaci jejího jemného mletí. Velmi jemnou drť získávanou buď kryogenním, nebo jen mechanickým mletím, lze využít jako kvalitní plnivo do běžných kaučukových směsí nebo do materiálů typu termoplastických elastomerů. Hrubší drť je možno zpracovat tzv. devulkanizací na přímo vulkanizovatelný produkt mající dobré mechanické vlastnosti, do konce i v případě směsí neobsahujících žádný surový kaučuk. Jedná se o moderní variantu mechanické regenerace pryže.

(17)(18)

3.2.Pyrolytické zpracování pneumatik

Je termochemický destilační pochod, při kterém vlivem tepla, přivedeného z vnějšku do hermeticky uzavřeného prostoru, vyplněného palivem, dochází ke štěpení uhlovodíků z paliva a jejich formování na hořlavé plyny, destilační produkty a zkarbonovaný zbytek. Proces probíhá obvykle v tzv. pyrolytické peci nebo též koksovací komoře.

Nejvýhodnější je směřovat proces k produkci kapalných resp. tuhých paliv. Řízená pyrolýza polyolefinů poskytuje nízké výtěžky plynu, avšak lze získat technicky a ekologicky výborně využitelné palivo v podobě parafinicko-olefinických vosků.

Vyrobený plyn má vysoký energetický obsah, protože jeho hlavními složkami je vodík a metan. Sumární produkce plynu je schopná plně pokrýt celou tepelnou potřebu pyrolýzního procesu. Energetická účinnost je asi 93%.

Hlavní a cílový produkt pyrolýzního procesu – tuhý vosk – má ideální předpoklady pro použití v územích, kde není možnost využití dálkovodního tepla a plynovodů. „Palivový vosk“ je dobře transportovatelný (bod tání do 60°C), výborně spalitelný v upravených

hořících na topné oleje, vysoce výhřevný, je netoxický a neexplozivní. Neohrožuje životní prostředí při skladování ani při transportování. Při normální teplotě rychle tuhne a při haváriích lze snadno odstranit.

Pyrolýza odpadních plastů nabízí možnost úplného zpracování nevhodného podílu plastu, určeného k recyklaci. Využití produktů pyrolýzy poskytuje ekologicky všestranně šetrný a bezpečný výrobek. Z procesů zkapalňování pneumatik vzniká pevný zbytek, z kterého je odseparován železný šrot a čistý uhlík (94-96%) v podobě sazí. Tyto komponenty jsou dobře komerčně využitelné. Pro vysoké pořizovací náklady je však využití procesu zkapalňování zatím málo rozšířeno.

Pyrolýza (řecky pýr = oheň, lysis = rozpuštění) je fyzikálně-chemický děj, řadící se do relativně široké skupiny termických procesů. Termickými procesy jsou v praxi míněny technologie, které působí na odpad teplotou, jež přesahuje mez jeho chemické stability. Tato obecná definice zahrnuje velmi široké rozmezí teplot používaných v jednotlivých technologiích (300 - 2000 °C), přičemž není brána v úvahu chemická povaha probíhajících dějů. Z tohoto důvodu mohou být termické procesy dále děleny do 2 kategorií, a to na:

- 1.) procesy oxidativní - v reakčním prostoru je obsah kyslíku stechiometrický nebo vyšší vzhledem ke zpracovávanému materiálu (nizkoteplotní a vysokoteplotní spalování),
- 2.) procesy reduktivní - v reakčním prostoru je obsah kyslíku nulový nebo substechiometrický (pyrolýza a zplyňování).

(14)(15)

3.3. Energetické zhodnocení pryže

Dosud nejekonomičtější cestou využití odpadní pryže, která není zpracována na regenerát, je její energetické zhodnocení ve formě paliva.

V cementárnách se dnes spalují celé ojeté pneumatiky, především nákladní, bez předběžné úpravy (drcení), což je z hlediska manipulace s materiálem nejjednodušší. Vznikající kyselé oxidy, především siřičitý, který se dále oxiduje na sírový, jsou bezpečně vázány přítomným oxidem vápenatým. Kromě toho byly vyvinuty speciální pece, v nichž je spalovací proces pryžové drtě veden nejen energeticky co nejvýhodněji, ale i dostatečně bezpečně z hlediska životního prostředí.

Pro energetické využití odpadní pryže hovoří jasně její vysoká výhřevnost. Tuto skutečnost názorně ilustruje srovnání výhřevnosti pryže a některých dalších průmyslových odpadů s výhřevností hnědého uhlí spalovaného u nás.

Využití ojetých pneumatik v cementářských pecích, dnes tolik diskutovaný problém zneškodňování, resp. využití ojetých pneumatik, byl poměrně dávno a bez negativních vlivů na životní prostředí vyřešen jejich spalováním ve slínkových rotačních pecích a. s. Cementárny a vápenky Mokrá u Brna.

Původní technologie vybudovaná v roce 1983 byla určena pouze pro pneumatiky z nákladních automobilů několika vybraných rozměrů. Od počátku devadesátých let byl ze strany dodavatelů cítit tlak na podstatné rozšíření sortimentu spalovaných pneumatik, proto byla v červenci roku 1995 uvedena do provozu nová moderní linka pro automatické dávkování a dopravu ojetých pneumatik a pryžových drtí. Díky zásobníku na 50 tun ojetých pneumatik a důmyslnému systému dopravníků se podstatně zvýšila kapacita a rozšířil sortiment zpracovávaných pneumatik a ostatních pryžových odpadů.

Popis technologie : V cementářské rotační peci se působením vysokých teplot mění vstupní materiál, kterým je moučka vzniklá semletím vápenců, břidlice a železité korekce, na slínek, což je hlavní komponenta pro výrobu cementu. Surovinová moučka je dávkována do tepelného výměníku a následně do pece 68 m dlouhé a o průměru 4,3 m. V peci proběhnou všechny potřebné termické pochody od dokončení kalcinace přes suché a posléze taveninové slínování až po částečné zchlazení. Po projití materiálu pecí se dokončí chlazení slínku na roštovém chladiči. Maximální teplota vypalovaného materiálu je 1450 °C a maximální teplota plamene je 2000 °C . Doba průchodu materiálu pecí se obvykle pohybuje mezi 35 a 45 minutami. Pneumatiky jsou do pece dávkovány „studeným koncem“, kde teplota dosahuje 1050 - 1150 °C . Po vhození do pece pneumatika padá přes přechodovou komoru. Zde okamžitě začíná termický rozklad. Vlivem otáčení pece pneumatika postupuje dále do pece. Velká pneumatika kompletně vyhoří po 10 m, malá pneumatika po 2 až 3 metrech. V této fázi zůstává nespálená drátěná výztuž, která se nejpozději v pásmu taveninového slínování účastní tvorby slínkových materiálů. Při spalování pneumatik v cementářské peci nejde pouze o termické využití, ale částečně i o materiálové využití jejich složek. Při spalování pneumatik v cementářské peci se využívá:

a) Teplo spalování odpadní pryže o výhřevnosti cca 25 GJ/t, které ušetří až 20 % ušlechtilých paliv (zemního plynu nebo těžkého topného oleje). Jedna tuna pneumatik nahradí až 750 m³ zemního plynu. Přitom cementářská pec při výrobě vyprodukuje stejně spalin, jako spaluje ušlechtilá nebo alternativní paliva (odpad).

b) Železo z ocelového kordu pneumatiky se zcela váže do slínku formou železitého přídavku.

c) Síra- část síry obsažená v pneumatikách se váže do slínku a stává se součástí konečného produktu. Zbytek se usazuje ve výměňkovém systému (předehříváči) ve formě alkalických síranů. Zcela nepatrné množství síry odchází ve formě SO₂ do ovzduší.

Cementářská pec je nejlepší odsiřovací systém, vždyť právě vápenec je podstatou odsiřování v elektrárnách. Linka je řízena a sledována spolehlivým systémem řízení a kontroly firmy ABB a UNIS. Na komíně je instalováno kontinuální měření emisí tuhých částic (prachu), SO₂ a NO_x. ČIŽP stanovilo emisní limity SO₂, z nichž nejprísnejší je 50 mg/m³ a 11 % kyslíku ve spalínách v suchém stavu. Inspektorát životního prostředí dostává veškeré informace o měření emisí a současně provádí dozor nad dodržováním emisních limitů. Linka zpracovává pneumatiky všech konstrukcí a velikostí i další pryžové odpady. Její kapacita je 2 t/hod. pneumatik. Od roku 1983 do konce roku 1996 bylo ve slínkových pecích a. s. Cementárny a vápenky Mokrý ekologicky zneškodněno 130 000 tun ojetých pneumatik.

Pro srovnání: ve Švýcarsku bylo v roce 1994 v cementárnách spáleno 16 300 tun ojetých pneumatik!

Spalovací zařízení k likvidaci pneumatik americké firmy Goodyear Tyre řešila problém spalování pneumatik v zařízení, které je schopné likvidovat celé pneumatiky v původním tvaru bez jejich předchozí úpravy (macerace, dezintegrace apod.). Spalovna může v případě potřeby likvidovat i některé další druhy odpadů, jako jsou papír, odpadní oleje apod. Popis spalovny pneumatik a její základní technické údaje: - minimální hmotnostní množství celých pneumatik, které lze likvidovat, je 500 kg/h, - množství tuhých emisí je menší než 450 mg v 1 m³ plyných spalín, - množství získaného tepla odpovídá výrobě nejméně 4 100 kg páry za hodinu o tlaku 2,0 Mpa, - plynulý, plně automatizovaný provoz, pro který postačí dozor jednoho pracovníka.

Zařízení se skládá z dopravníku, na který se nakládají pneumatiky do ohniště. Otvor, kterým se přivádějí pneumatiky do ohniště, tvoří nástavec ohniště případně další odpady ručně. Rychlost dopravníku je řízena ručně nebo automaticky tak, aby byl zajištěn plynulý přívod odpadního materiálu do ohniště. Pneumatiky se přivádějí do cyklónového ohniště přes vodou chlazený uzávěr. Za účelem dodržení požadované teploty v ohništi je nezbytné přesně regulovat poměr palivo-vzduch a musí být zabráněno vnikání falešného vzduchu na vstupu pneumatik, zajišťující předehřátí odpadního materiálu před vstupem do spalovací

komory. V této vstupní přehřívací části jsou pneumatiky ohřívány sáláním ze spalovacího prostoru cyklónového ohniště. Primární spalovací vzduch se přivádí do spalovacího prostoru tangenciálně vysokou rychlostí a před vstupem do spalovacího prostoru proudí okolo zadního čela spalovací komory. Tímto způsobem se sníží chladicí účinek vzduchu, který přichází do styku s hořící pneumatikou. Působením sálavého tepla z čela plamene a stěn spalovací komory se uvolňují prchavé složky z pneumatik a spalování se rozvíjí v plynné fázi.

Ochlazení pneumatik přiváděným spalovacím vzduchem snižuje množství uvolňovaných prchavých složek u vstupního otvoru a prodlužuje vyhořívání. Vířivý pohyb spalin spalovací komorou umožňuje velmi intenzivní spalování a unáší hořící částice a popílek uvolněný z pneumatik k vstupnímu otvoru komory. Límec okolo otvoru způsobuje, že je popílek odstředivým účinkem vynášen na obvod víru. Vnější vrstva plynu je odváděna z víru obtokovým kanálkem do sekundární spalovací komory. Spaliny proudí obtokovým kanálkem do vodou chlazeného sběrače tuhých zbytků (popela), kde jsou tyto zbytky zchlazeny a zavedeny do usazovací nádrže.

Z cyklónového ohniště proudí spaliny do sekundární spalovací komory, v které dohořívají tuhé uhlíkaté částičky, zejména saze uvolněné z pneumatik. V sekundární komoře je zabudována vodní sprcha pro regulaci teploty spalin. Spalovací komora může být napojena na výměňkový systém pro využití tepla. Tímto výměníkem bývá buď parní kotel na odpadní teplo, nebo teplovzdušný výměník pro vytápěcí účely. Z výměňkového systému jsou spaliny zavedeny do elektrostatického odlučovacího zařízení.

(6)(20)

3.4. Protektorování

Protektorování by představovalo z hlediska účinků na životní prostředí nejvhodnější způsob recyklace, ale pouze v případě, že by nedocházelo ke stárnutí pneumatik. I nepoužitá pneumatika se díky samovolným degradačním procesům stává po šesti až sedmi letech nevyhovující z hlediska bezpečnosti. V současné době se protektují především pneumatiky nákladních automobilů, které jsou denně v provozu a plně se opotřebí v poměrně krátké době, tj. procesy stárnutí u nich proběhly jen částečně. Na životnost pneumatik má vliv i jejich údržba, technický stav vozidla a způsob jízdy.

Jednou z možností výroby protektorů je tzv. studené protektorování. Jedná se o technologický proces obnovy běhounové části pneumatik, která ve fázi vulkanizace probíhá za teploty kolem 100°C, tedy nižší než je běžná vulkanizační teplota

gumárenských materiálů, která bývá cca 143°C. Proto touto technologií nedochází k tepelné degradaci materiálů pneumatik; aplikace vysoce kvalitních materiálů na výrobu dezénů umožňuje protektorům dosahovat výkonů na úrovni nových pneumatik, někdy i vyšších. Protože cena studeného protektoru je vždy zlomkem ceny nové pneumatiky, představuje studený protektor ekonomicky velmi vhodné řešení.

Technologie studeného protektorování

Výroba studeného protektoru začíná podrobnou vizuální kontrolou na prohlížecím stroji a skládá se ze sedmi samostatných fází, které na sebe navazují. Jsou při tom nadále odstraňovány cizí předměty z běžné plochy, kontrolovány staré opravy, analyzováno stárí pneumatiky a označena místa poškození a oprav. Následuje drásání na výkonném a přesném stroji, při čemž je chlazena drásaná plocha, aby bylo zabráněno tepelné degradaci materiálu. Po odrásání na přesnou a maximální šířku je automaticky změřen obvod pneumatiky, což slouží pro přípravu desénu a pro další, velmi důležitou informaci uživatelům. Po broušení prochází pneumatika kontrolou na ultrazvukovém testeru, který odhalí všechny skryté vady, malé průpisy, separace atd. Poškozená místa automaticky označí.

Na pracovištích oprav jsou poté veškerá zjevná i skrytá poškození ve třech fázích vybroušena speciálními nástroji. Následuje stříkání vulkanizačním cementem a na speciálním pracovišti se provedou větší opravy pomocí opravných vložek, dále opravy poškození patek atd. Na dalším pracovišti se formou vyplnění opravným materiálem opraví drobná poškození běžné plochy a na bok pneumatiky se umístí předepsaná označení – klasifikační skupina, datum výroby, logo a označení výrobní firmy, dále index rychlosti atd.

Na konfekčním stroji se poté položí na takto připravenou plochu předem připravený desén s nalisovaným spojovacím materiálem, jehož složení je největším tajemstvím firmy a po vulkanizaci představuje nejpevnější součást protektorované pneumatiky.

Pneumatika s položeným novým běhounem se poté vloží do pružných obalů – tzv. bandáží, utěsní se patními kruhy a vloží do autoklávu. To je tlaková, elektricky vyhřívaná nádoba, která pojme v našem případě 22 kusů pneumatik. Po naplnění je spuštěn vulkanizační

cyklus, který probíhá zhruba čtyři hodiny při teplotě 99°C a při tlaku 6 atm (navíc se ještě pracuje s tzv. diferenciálním tlakem, která má zásluhu na dokonalém přitlaku nového desénu ve všech jeho bodech)

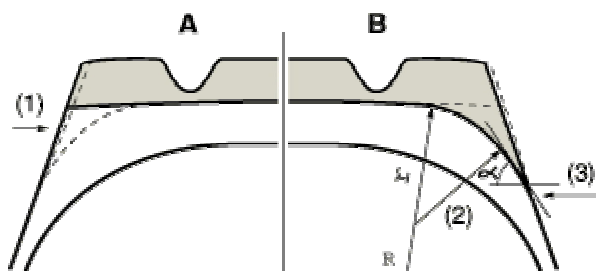
Po ukončení cyklu jsou protektory vyjmuty z bandáží a procházejí náročnou výstupní kontrolou. Při ní jsou rovněž trvale označovány velikostí obvodu odrásané plochy – tento exaktní údaj umožňuje montovat do dvoumontáží stejně velké pneumatiky a výrazně tak zvyšovat kilometrický proběh.

Běhouny Recamic s postranními křídélky

Pneumatiky série 65 jsou vystaveny silnému zatížení.

RECAMIC-Services vyvinul pro tyto produkty jedinečný systém protektorování.

- Vynikající odolnost při smýkání
- Směs odolná proti odírání
- Absolutní spolehlivost
- Optimální profil v rameni
- Elastická postranní křídélka, která se optimálně přizpůsobí na rádius v rameni.



Obr. 2 schematické znázornění protektorování

A: Plochý běhoun

B: Běhoun RECAMIC s postranními křídélky

(1) citlivý prostor

(2) Doppelradius-profil broušení

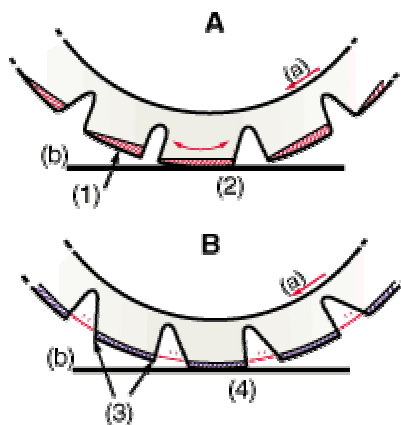
(3) Spojení běhounu a kostry mimo citlivý prostor

Směrový Profil

RECAMIC Services vyvinul směrový profil, aby zvýšil životnost protektorované pneumatiky.

- Technologie na bázi nových pneumatik Michelin
- Rovnoměrné ojetí
- Směsi vyvinuté pro vysoké výkony
- Podstatně zlepšené výkony

Disponibilní profily: Recamic XDA 2 Energy, Recamic XDE2, Recamic XDY, Recamic XDS



Obr. 3 schematické znázornění disponibilních profilů

A: PROFIL, který není směrový (symetrický)

1. Rychlejší ojetí zadní hrany při brždění

2. Zubovité ojetí

B: SMĚROVÝ PROFIL (asymetrický)

(3) Pomalejší a rovnoměrnější ojetí přední a zadní hrany při brždění.

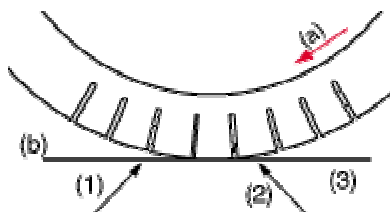
(4) Rovnoměrné ojetí

(a) směr jízdy

(b) vozovka

RECAMIC: komfortní pneumatiky pro autobusy

- Bezpečnost a Komfort
- Tiché
- Vynikající Trakce
- Vynikající brzdné vlastnosti
- Vysoký kilometrový nájezd ve veřejné komunální dopravě



Obr. 4 schematické znázornění pneumatiky pro autobusy

1) segmenty, které se sami blokuji pro vysokou stabilitu a nízkou hlučnost

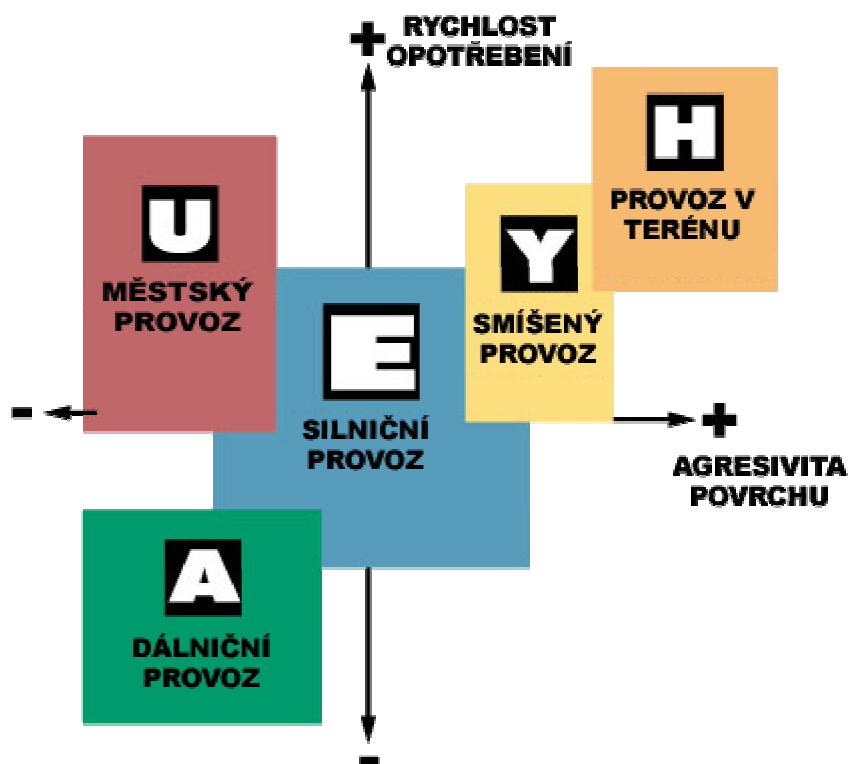
(2) Mnoho hran na spodní ploše pro lepší trakci a brzdné vlastnosti

(3) při brždění

(a) směr jízdy

(b) vozovka

Tabulka 1.



(1)(13)

3.5. mechanické zpracování

Jako příklad mechanického zpracování jsem si vybral firmu GRG Technology, která se touto problematikou zabývá. Na následujícím obrázku je vidět část vybavení této firmy, které slouží k transportu předpřipravených částí pneumatik k dalšímu mletí.



Obr. 5 pásové dopravníky přepravující nahrubo rozsekané pneumatiky do mlýnů

Účelem technologického zařízení je likvidace ojetých pneumatik a pryžového odpadu zásadně mechanickou cestou, tj jejich rozdrčením a rozemletím na gumový granulát. Zařízení je složeno z následujících technologických prvků:

Řezačky pneumatik, vytrhávačky patních lanek, hydraulických nůžek, pásových dopravníků, drtičů, mlýnů, separátorů železa a chemlonu, vibračních třídiček, pneumatických dopravních systémů a čističek granulátu.

Zařízení je zkonstruováno tak, aby mohlo pracovat v poloautomatickém režimu.

Automatizovaný systém kontroluje správnost činnosti jednotlivých prvků technologie, signalizuje na monitoru změny parametrů činnosti jednotlivých zařízení, případně vyhodnocuje předpoklad k narušení činnosti jednotlivých prvků. Při vzniku havarijní situace automaticky vypne činnost celé linky a dá světelné a zvukové znamení o havarijní

situaci. V případě výskytu většího množství jiker v potrubním systému, automaticky přepne tok suroviny do samohasícího kontejneru a zapne zvukový signál.

Popis technologického postupu:

Surovina (ojeté pneumatiky a gumový odpad) je systémem sběru a výkupu převážena do prostoru výrobního závodu. Po kontrole na vstupu do areálu je vozidlo odesláno na silniční váhu, kde je obsluhou váhy – logistikem zvážen, zkontrolován obsah a vydán pokyn manipulačním dělníkům ke složení suroviny a k jejímu umístění na manipulační skládku.

Na manipulační skládce je surovina tříděna zvlášť podle druhu pneumatik a pryžový odpad je skladován v ocelových kontejnerech. Váha a druh suroviny je zapsána odpovědnou osobou a zároveň je evidována.

Podle rozhodnutí odpovědné osoby je surovina z provozní skládky přípraváři odebírána a postupuje na vlastní zpracování.

Linka začíná přípravou opotřebovaných pneumatik v hale přípravy. Zde jsou umístěny dvě řezačky pneumatik na kterých dojde k podélnému rozříznutí pneumatiky na dvě poloviny. Tyto řezačky jsou umístěny na vaně s jímkou, zajišťující zamezení úniku znečištěných tekutin v pneumatikách do vodoteče. Díky rozříznutí dojde k vytečení těchto tekutin a zároveň k vypadnutí předmětů (jako kameny nebo kovové částice), které by mohly poškodit stroje v lince.

Rozdělené půlky pneumatik jsou na paletách dopravovány ke dvěma vytrhávačkám patních lanek. Na konci zdvihu je za deskou vyjmuto čisté patní lanko a před deskou zůstane odpadková půlka pneumatiky, která postupuje k další operaci.

Touto operací je stříhání pneumatiky na menší kousky, které jsou dopravovány do mezioperačního skladu nebo přímo do prvního pomaluběžného dvojhřídelného drtiče. Kusy jsou trhány na kousky velikosti 100x100x100 mm. Drť padá na šikmý pásový dopravník, který drť unáší do druhého pomaluběžného drtiče.

Rozdrcený materiál je dále tříděn na hvězdicovém dopravníku a pomocí pasových dopravníků je vynášen do hranolového mlýna, který má síto o průměru 30 mm. Z pod drtiče je materiál nadrcený na kusy cca 50x50x50 mm, vynášen do hrubého hranolového mlýna. Drť z mlýna padá přes turniket na vibrační dopravník, nad kterým je umístěn pasový magnetický separátor, který odděluje železo od rozdrceného granulátu. Oddělené železo je dopravováno pomocí pasových dopravníků přes další pasový magnetický

separátor, kde se uvolní volné gumové kousky do hranolového mlýna, kde je ještě jednou přemleto.

Drť zbavená většiny železa je šnekovým dopravníkem přesunuta na šikmý pasový dopravník, který je určen k plnění násypky prvního nožového mlýna. Tento mlýn má síto o průměru 10 mm. Granulát z tohoto mlýna je pneumaticky odsáván do prvního ustalovacího cyklónu, kde je provedena první separace chemlonu.

Odtud je granulát vibračním dopravníkem přemístěn pod další pasový magnetický separátor, kde je odstraněn zbytek železa z granulátu. Pak je pomocí šikmého pasu dopraven na vibrační síto, kde je zbaven chemlonu vzniklého při drcení. Tento chemlon je plněn do kontejneru a granulát, který propadne sítem, je pomocí ventilátoru dopraven do druhého mlýna se sítem o průměrem 5 mm.

Po rozemletí na menší granulát, je ventilátorem dopraven přes filtr na vibrační dopravník, kde je pomocí česel oddělován chemlon od granulátu (viz obr.6). Chemlon je odsáván do sběrného potrubí a granulát je pomocí ventilátoru dopraven do filtru. Odtud padá na vibrační dopravník, kde je oddělován a odsáván další chemlon. Granulát je veden přes bubnový magnetický separátor do násypky spirálového dopravníku, odkud je sypán na vibrační síto, které rozdělí granulát na dvě velikosti.

Menší granulát je pomocí ventilátoru odsán do filtru a větší granulát je odsáván do třetího mlýna, který má síto o průměru 3 mm. Po rozemletí je granulát odsáván přes filtr na vibrační dopravník, kde je zbavován dalšího chemlonu, který je opět odsáván do sběrného potrubí. Granulát je sypán do násypky spirálového dopravníku, kam je také dopraven pomocí vibračního dopravníku menší granulát z vibračního síta.

Takto připravený granulát je dopraven přes bubnový magnetický separátor a dalším spirálovým dopravníkem na vibrační třídičku, kde je rozdělován dle velikosti. Jednotlivé frakce jsou ventilátory odsávány přes filtry na vibrační dopravníky do tzv. big bagů. Odtud jsou zvážené pytle dopravovány na vibrační čističku, kde je granulát zbavován provázků a jiných nečistot. Takto vyčištěný granulát je označen a dále expedován zákazníkům v již zmiňovaných textilních pytlech tzv big bagech (viz obr.7).

V procesu likvidace pneumatik je zvlášť separováno železo a chemlonové vlákno, které jsou nedílnou součástí pneumatik. Separované železo je dopravníky přeneseno do lisovacího zařízení. Toto zařízení lisuje vyseparované železo do cca 4,5 kg těžkých válců, které jsou skladovány v ocelových kontejnerech (viz obr.8). Takto připravené tvarovky jsou

bez větších problémů vykupovány sběrnými surovinami a připraveny k dalšímu zpracování.

Chemlonové vlákno je vysypáváno do lisovacího zařízení, kde je presováno a prodáváno zpět odběratelům. Tyto lisované pelety chemlonu slouží jako palivo.

(18)(exkurze v GRG Technology)



Obr.6 Granulát částečně zbavený železa a chemlonu



Obr.7 Big bagy naplněné čistým granulátem připravené k expedici.

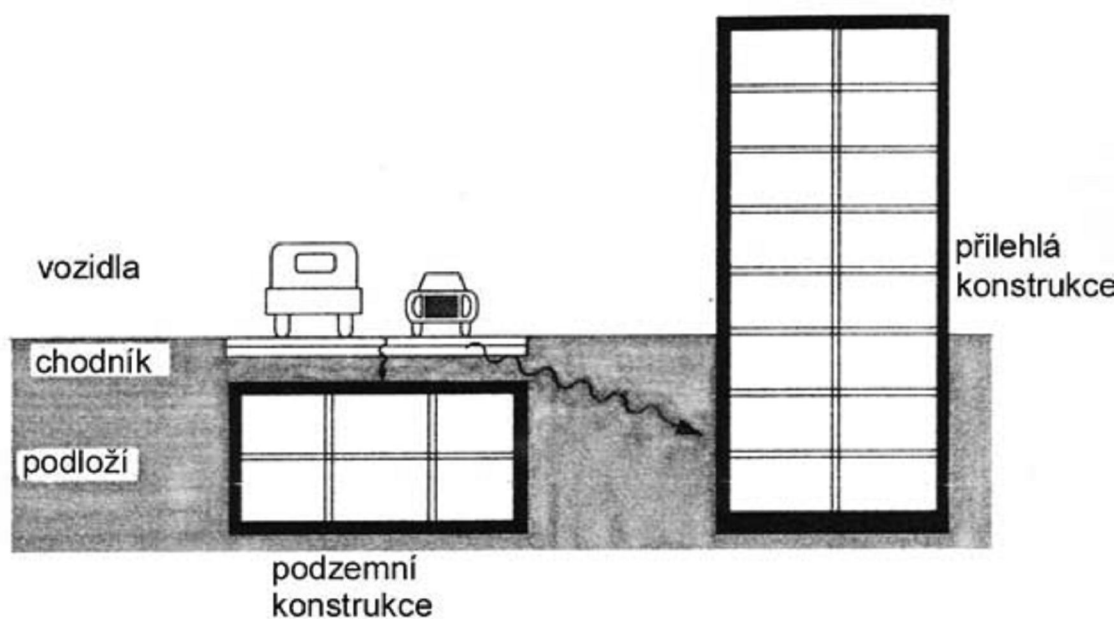


Obr.8 Slisované kotouče železa z pneumatik připravené k dalšímu zpracování.

4. Možnosti využití

4.1. Ochrana proti hluku a vibracím

Vibrace od dopravy mají různé zdroje a šíření, např. z nerovností koleje nebo povrchu vozovky a odpovídajících pohybů způsobených vozidly. Vznikají v přímo ovlivněných konstrukcích nebo jsou zaznamenávány v budovách přiléhajících k dopravní nebo železniční dráze. Vibrace mohou způsobovat trhlinky v nosných a nenosných prvcích a obtěžovat obyvatele nebo uživatele budovy.

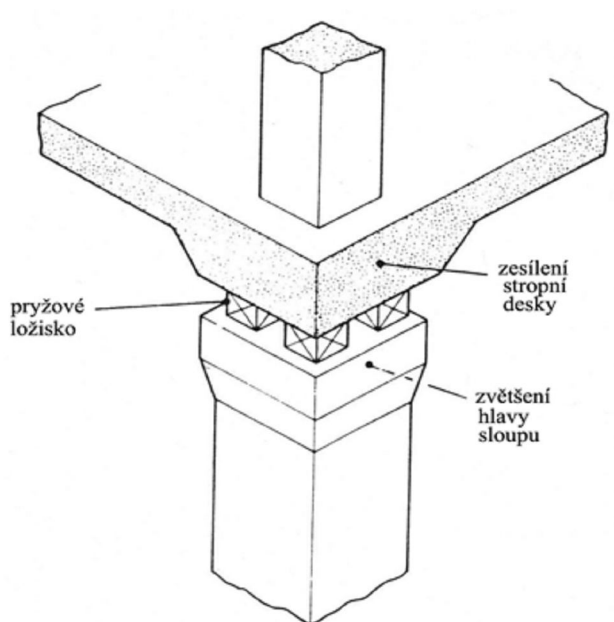


Obr.9 Dynamické buzení vozidly

Způsob ochrany nazýváme jako pasivní, pokud izolujeme chráněný objekt před imisemi přicházejícími od zdroje vibrací, např. pružným uložením budovy na pryžových ložiscích s dostatečně tlumícími účinky.

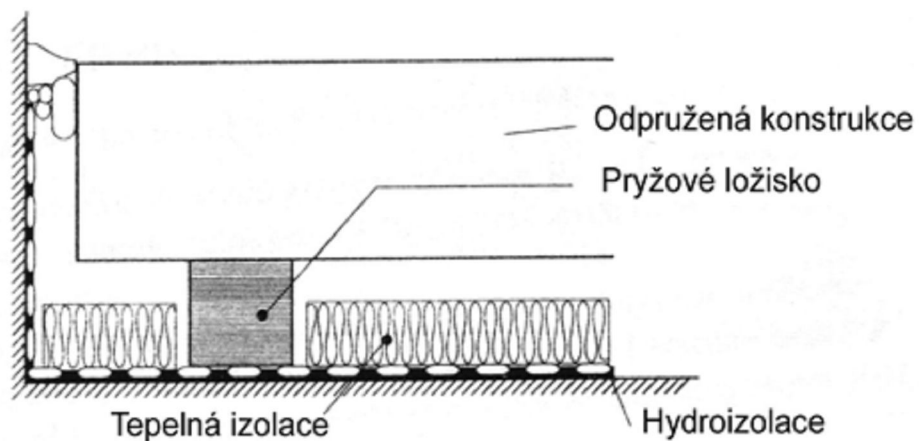
Pro uložení vodorovných konstrukcí jsou používána ložiska, která umožňují horizontální pohyby konstrukce, pootočení konstrukce v podpoře a která zajišťují kloubové uložení konstrukce v přesně stanovené poloze. V případě monoliticky prováděných železobetonových konstrukcí je nutné provést výplň spáry okolo rozmístěných ložisek plnivem z pěnových plastů, aby nedošlo k zaplnění spáry betonem a byl tak umožněn

volný pohyb ložiska během dalšího provozu uložené konstrukce. Obr.7 ukazuje pružné uložení horní konstrukce budovy na pryžových ložiscích nad podporujícím sloupem.



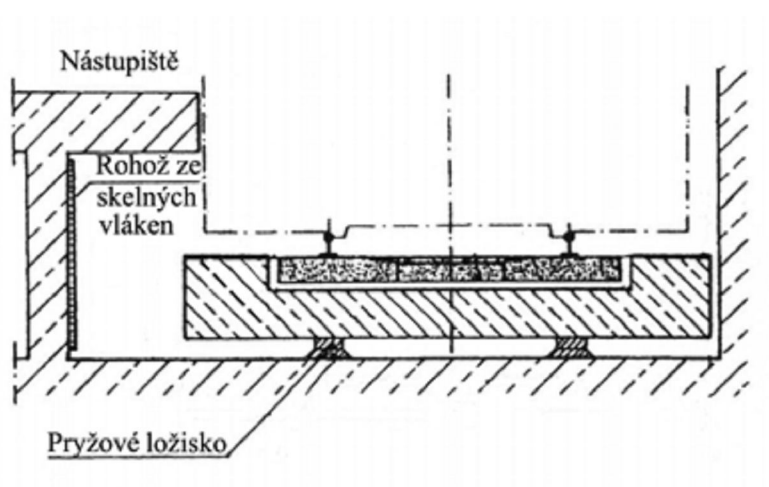
Obr.10 Pružné uložení ve vyšším podlaží

Další z účinných způsobů pasivní ochrany subkonstrukce před vibracemi je tzv. systém plovoucího uložení (obr.8). Pružně uložená deska využívá pryž jako tlumící materiál, který je umístěn mezi základovou a vnitřní nosnou konstrukcí. Pružný materiál může být použit v celé ploše, v pruzích nebo bodově.



Obr.11 Pružně uložená desková konstrukce

U aktivního způsobu je zdroj vibrací izolován přímo. Takovéto řešení bylo zvoleno např. při stavbě podpovrchové dráhy v Heathrow (Londýn), v blízkosti obytných budov. Drážní těleso je řešeno jako prefabrikovaná deska tvaru U, která je pružně uložena na tlumících pryžových ložiscích. Vlastní pražce jsou uloženy ve hmotné prefabrikované desce, což dohromady tvoří potřebnou zátěž. Vlastní kolejnice je uložena na speciálních železničních tlumících podložkách. Bylo prokázáno, že pružné uložení železničního svršku je efektivnější ve srovnání s řešením pružného uložení budov zejména v hustší zástavbě v centru měst.



Obr.12 Příklad aktivního odpružení prefabrikované železobetonové desky kolejové dráhy ve stanici

V zájmu omezení šíření hluku a vibrací se zkoumají různá ochranná opatření. V případě městské dopravy je snížení vlivu hluku na okolí možno provést buď omezením či odstraněním zdroje hluku, nebo zvýšením akustického odporu prostředí, ve kterém se šíří akustické vlny. V poslední době nacházejí stále větší využití při zvýšení útlumu akustických vln kolejnicové bokovnice. Pružné podložky, ať už ve formě aktivní či pasivní izolace, napomáhají k omezení vibrací, které se šíří do okolí dráhy. To je důležité zejména při provozování městské kolejové dopravy nebo železničních tratí, které procházejí zastavěnými oblastmi. K dalším opatřením snižujícím úroveň hluku v okolí tratí patří protihlukové stěny.

4.2. Využití recyklované pryže jako bezpečnostní protipádové povrchy

Každý z nás se jistě pohyboval po betonové zámkové dlažbě, betonových dlaždicích, žulových kostkách nebo asfaltových chodnících. A všichni víme, jak jsou tyto povrchy pro svoji extrémní tvrdost ze zdravotního hlediska nevhodné pro zatížení kloubů, a také víme jak v případě pádů umí být velmi nebezpečné a bolestivé.

Právě pro různé sportoviště jako jsou rekreační a rekondiční zařízení, hřiště, tělocvičny, fitness-centra, pěší zóny, obložení teras a balkonů, bazénů, elastické dlažby, obrubníky, schodnice, bezbariérové náběhy, retardéry, jsou výrobky z recyklované pryže. Zde je však potřeba říci, že tyto výrobky stále častěji nacházejí uplatnění jako podlahová krytina veřejných prostor s extrémním zatížením v obchodních a zábavních centrech, oddychových zón aj. Je jen málo oblastí, kde nelze využít výhod elastických povrchů, jejich rozmanitosti rozměrů, tvarů, resp. barev a tak výrazně zpříjemnit chůzi a pohyb obecně.

Protipádové povrchy opatřené zespodu „změkčovacím profilem“ mají stejné použití jako elastické povrchy. Jejich další „příjemnou“ vlastností je tzv. garance bezpečné výšky případného pádu až z výšky 3 metrů. Zejména v posledních letech roste poptávka městských úřadů a investorů obecně na protipádové provedení dětských hřišť s prolézačkami, houpačkami, šplhadly, hrazdami apod.

Dalším velmi oblíbeným výrobkem jsou elastické podlahové desky o rozměrech 1000x1000 mm nebo 500x500 mm a to v tloušťkách 30 nebo 40 mm. Elastické povrchy vzniklé spojením těchto subkomponentů dosahují velmi vysokého kročejového tlumení, které při tloušťce materiálu 40 mm dosahuje až neuvěřitelných 30 dB.

Elastické i protipádové povrchy je možné dodávat s tzv. probarvenou EPDM lícovou vrstvou. Vrstva EPDM je vysoce odolná UV-záření, otěruvzdorná a vysoce stabilní. Díky široké škále barev lze elastickou podlahou dotvořit uvažovaný exteriér či interiér a výsledek mívá často překvapivý efekt.

Běžná životnost elastických povrchů sestavených z našich výrobků je 15 – 20 let. Jejich životnost samozřejmě snižuje nevhodné použití, případně poškození mechanické (těžkou technikou, prořezáním) nebo vandaly. (10)(12)

4.3. Využití granulátu ve stavebnictví

Jednou z nejvýznamnějších možností je využití granulátu při pokládce povrchů vozovek. Technologie RUBIT používaná v ČR zpracovává do asfaltové směsi v obalovnách dvě různé frakce granulátu v určitém podílu (přesná receptura je patentově chráněna) a to frakcí o velikosti zrn do 1 mm a 1-4 mm. Silniční povrch vykazuje vynikající vlastnosti, které výrazně prodlužují životnost vozovek. Guma jako modifikant zvyšuje pružnost asfaltového povrchu, snižuje jeho lámavost, hlučnost) až o 50 %, v zimě vznik námraz. Zejména je však možno snížit tloušťku horní vrstvy vozovky až o polovinu. V důsledku omezuje vyjíždění kolejí a vzniku výtluků, tolik známých z našich silnic. Se silnicemi s takovými povrchy jsou výborné zkušenosti např. ve Švédsku a v Rakousku (zkušební úsek Vídeň - Linec).

Nejjemnější frakce do 1 mm jsou používány na výrobu tzv. regenerátu. Jedná se o devulkanizovanou gumovou hmotu, kterou je možno opětovně vulkanizovat tak, jako původní kaučuk. Získaná pryž dosahuje z 95 % vlastností výrobku z primárních surovin.

V poslední době se rozvíjí výroba aglomerovaných desek, kde různé hrubší frakce od 1,5 do 5 mm jsou spojeny chemickými pojivy a obarveny. Vznikají tak výrobky jako gumové dlažby, vhodné do okolí bazénů, izolační desky pro průmysl i domácnost a prvky pro stavebnictví. U těchto výrobků se využívá pružnosti, ohebnosti, dlouhé životnosti a izolačních vlastností granulátu.

(21)

4.4. Využití granulátu jako sorbentu

Jemný granulát je možno použít jako sorbent ropných látek. Pod obchodním názvem PETRO-EX (firma KAC, s.r.o., Uherský Brod) je nabízen sorbent, který absorbuje veškeré druhy benzínu, naftu, oleje (přírodní i syntetické). Jeho jemná vlákna mají schopnost obemknout mikroskopické kapičky ropných produktů a jiných málo polárních látek. Díky těmto schopnostem je PETRO-EX účinný při ekologických haváriích ve vodě i na suchu. Má vysokou sorpční schopnost. Množství 10 kg PETRO-EXu je schopno absorbovat 38 l benzínu, 34 l motorové nafty či 30 l motorového oleje. Zatímco klasické sorpční materiály v 10 kg absorbují pouze 8 l oleje. PETRO-EX absorbuje okamžitě, není toxický, nepráší, je zdravotně nezávadný, na vodě plave a po aplikaci není povrch kluzký. Může se použít

i preventivně v čistírnách odpadních vod a průmyslových podnicích do filtračních rohoží. Po aplikaci se spaluje ve vysokoteplotních pecích.

Granulát nachází uplatnění i v zemědělství. Prováděli se pokusy, kdy se jemná frakce využívala jako kypřič půdy. Může být použit i jako podklad pro dostihové dráhy. Drt' se dále používá při pokládání různých drenážních systémů, při izolaci skládek, zpevňování břehů.

V automobilovém průmyslu např.ve firmě Magna Intier Automotive se používá jako bezpečnostní antistatický podklad při montáži airbagů do sedadel automobilů.

(2)

5.Závěr

Tato práce ukazuje možné způsoby likvidace a recyklace pryžových odpadů .

Recyklace(z angl. Slova recycling = recirkulace, vrácení zpět do procesu) znamená znovu využití, znovu uvedení do cyklu. V původním slova smyslu se recyklace rozumí vrácení do procesu, ve kterém dopad vzniká, tedy pro původní účel a stejný systém. Zde ji považovat za strategii, která opětným využíváním odpadů šetří přírodní zdroje a současně omezuje zatěžování prostředí škodlivinami. Recyklace umožňuje zajištění zásob v případě absolutního nedostatku, snížení nákladů či stoupajících cenách surovin a snížení ekologické zátěže prostředí odpady. Pokud se nenajde dokonalý způsob chemického rozkladu na původní složky, bude spočívat řešení problémů odpadní pryže jen v kombinaci dílčích využití. Čím více jich bude nalezeno, tím lépe a tím pomaleji porostou novodobé civilizační hory z pneumatik.

Zdroje:

- 1.) <http://www.bhvtruck.cz/studenyprotektor.html>
- 2.) <http://www.industry.net.cz/articles.asp?nBranchID=0&nPage=10>
- 3.) <http://encyklopedie.seznam.cz/heslo/513055-vulkanizace>
- 4.) <http://www.coming.cz/other/0-69-1.html>
- 5.) <http://encyklopedie.seznam.cz/heslo/455254-kaucuk>
- 6.) http://www.caoh.cz/pdf/Postaveni_2001.doc
- 7.) <http://encyklopedie.seznam.cz/heslo/445044-vulkanizovana-guma>
- 8.) <http://cs.wikipedia.org/wiki/Vulkanizace>
- 9.) <http://www.waste.cz/waste.php?clanek=pneuvvod.htm>
- 10.) http://www.pragoelast.cz/pragoelast/nabidka-produktu/volny-cas/art_22103/chap_7412/produkty-pro-volny-cas.aspx
- 12.) http://www.pragoelast.cz/pragoelast/nabidka-produktu/volny-cas/art_22103/article.aspx
- 13.) <http://www.kalt.cz/produkty/proc-protektorovat-s-recamicem/>
- 14.) <http://biom.cz/cz-spalovani-biomasy/odborne-clanky/vyzkum-termicke-konverze-odpadni-biomasy-na-plynnu-a-kapalna-paliva>
- 15.) <http://cs.wikipedia.org/wiki/Pyrol%C3%BDza>
- 16.) <http://www.mssch.cz/old/ma/cefic/oc/index.html>
- 17.) <http://www.industry-eu.cz/ekologie/cz/poradna.php>
- 18.) <http://www.ekologie-eu.cz/poradna.php>
- 19.) <http://www.priroda.cz/debata.php?vlakno=1694>
- 20.) <http://cs.wikipedia.org/wiki/Kau%C4%8Duk>
- 21.) <http://www.fce.vutbr.cz/veda/dk2003texty/pdf/2-4/rp/stukavec.pdf>

Seznam tabulek:

1. Protektorování.....	23
------------------------	----

Seznam obrázků:

1. Estetické narušení krajiny.....	8
2. Schematické znázornění protektorování.....	21
3. Schematické znázornění disponibilních profilů.....	22
4. Schematické znázornění pneumatik pro autobusy.....	23
5. Pásové dopravníky přepravující nahrubo rozsekané pneumatiky do mlýnů.....	24
6. Granulát částečně zbavený železa a chemlonu.....	27
7. Big bagy naplněné čistým granulátem.....	28
8. Slisované kotouče železa z pneumatik připravené k dalšímu zpracování.....	28
9. Dynamické buzení vozidly.....	29
10. Pružné uložení ve vyšším podlaží.....	30
11. Pružně uložená desková konstrukce.....	30
12. Příklad aktivního odpružení prefabrikované železobetonové desky kolejové dráhy ve stanici.....	31

